

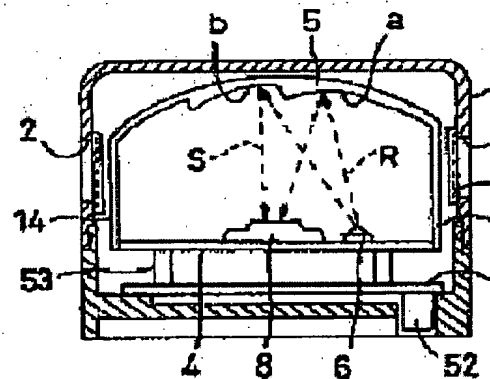
GAS SENSOR

Patent number: JP10332585
Publication date: 1998-12-18
Inventor: SOTANI TOSHIYUKI
Applicant: HORIBA LTD
Classification:
- international: G01N21/61; G01N21/03; G01N21/35
- european:
Application number: JP19970157719 19970529
Priority number(s):

Abstract of JP10332585

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a gas sensor which can be miniaturized and simplified by a method wherein infrared light radiated from a light source is reflected by a concave reflecting mirror and its reflected luminous flux is converged separately by two elements whose sensitivity wavelength is different.

SOLUTION: A circuit board 4 and a concave reflecting mirror 5 are housed inside a metal case. In addition, a light source 6 and a photodetector are arranged on the circuit board 4. A filter holder 8 is arranged on the circuit board 4 in a state that it covers the photodetector. Two light-receiving parts whose sensitivity wavelength is different are built in the photodetector. That is to say, the light-receiving part on one side is constituted of a dual element which is provided with an electrode for temperature compensation and with a light-receiving electrode for CO₂, and the light-receiving part on the other side is constituted of a dual element which is provided with an electrode for temperature compensation and with a light-receiving electrode for comparison. A reflected luminous flux which is reflected by the reflecting-mirror face (a) of the concave reflecting mirror 5 out of infrared light radiated from the light source 6 is converted on the light-receiving electrode for CO₂, and a reflected luminous flux which is reflected by its reflecting-mirror face (b) is converged on the light-receiving electrode for comparison. Since an optical path R and an optical path S are formed separately, the condensing efficiency of a gas sensor is good.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-332585

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int. Cl. ⁶
G01N 21/61
21/03
21/35

識別記号

F I

G01N 21/61
21/03
21/35

Z
Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-157719

(22) 出願日 平成9年(1997)5月29日

(71) 出願人 000155023

株式会社堀場製作所

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

(72) 発明者 操谷 俊之

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

株式会社堀場製作所内

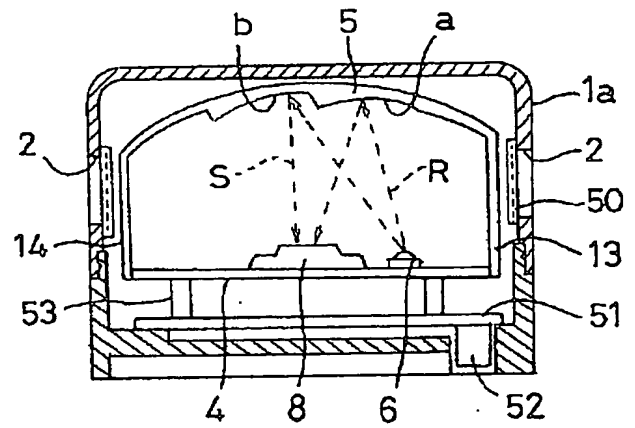
(74) 代理人 弁理士 藤本 英夫

(54) 【発明の名称】 ガスセンサ

(57) 【要約】

【課題】 小型化および簡素化を図ることができるガスセンサを提供すること。

【解決手段】 凹面反射鏡5に対向させて光源6を設け、この光源6から出射された赤外光の反射光束が集束する位置またはその近傍に感度波長の異なる2つの受光部10、12が内蔵された単一の受光器7を設け、前記光源および受光器と前記凹面反射鏡との間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させるよう構成したガスセンサにおいて、前記凹面反射鏡が、前記反射光束を前記一方の受光部10と前記他方の受光部12に個別に集束させるよう構成されている。



4…回路基板

5…楕円反射鏡(凹面反射鏡)

6…光源

a, b…楕円反射鏡の反射鏡面

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 凹面反射鏡に対向させて光源を設け、この光源から出射された赤外光の反射光束が集束する位置またはその近傍に感度波長の異なる 2 つの受光部が内蔵された単一の受光器を設け、前記光源および受光器と前記凹面反射鏡との間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させるよう構成したガスセンサにおいて、前記凹面反射鏡が、前記反射光束を前記一方の受光部と前記他方の受光部に個別に集束させるよう構成されていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項 2】 前記凹面反射鏡が、前記反射光束を前記一方の受光部および前記他方の受光部に別々に集束させる異なる楕円形状の反射鏡面を有する請求項 1 に記載のガスセンサ。

【請求項 3】 前記一方の受光部が温度補償用電極と CO_2 用受光電極を有するデュアル素子で構成され、前記他方の受光部が温度補償用電極と比較用受光電極を有するデュアル素子で構成され、前記受光器の前面には、 CO_2 の特性吸収帯域の赤外光のみを通過させる光学フィルタを前記 CO_2 用受光電極に対応させて設け、 CO_2 による吸収のない帯域の波長の赤外光を通過させる光学フィルタを前記比較用受光電極に対応させて設け、前記反射光束を前記 CO_2 用受光電極および前記比較用受光電極に別々に集束させてある請求項 1 または 2 に記載のガスセンサ。

【請求項 4】 前記光源と受光器が前記凹面反射鏡に対向させる形で同一回路基板上に配置され、かつ、この回路基板上に前記各光学フィルタを保持するフィルタホルダが前記受光器を覆う状態で配置されている請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項 5】 前記光源を電氣的にオン・オフする直接変調方式が採用されている請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば室内の空調制御用ガスセンサやガス管理区域内に設置されるガス警報機あるいはガス濃度測定器として使用される赤外線吸収を利用したガスセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】最近、「IAQ (=Indoor Air Quality)」が叫ばれ、小型かつ安価でメンテナンス性の優れたガスセンサが求められるようになってきた。このような要求に対して半導体やセラミックを用いた様々なガスセンサが開発されているが、例えば CO_2 センサについてはガス選択性、感度の経時安定性に課題が多く、感度・安定性共に優れた赤外線吸収を利用した、いわゆる、NDIR (非分散型赤外線ガス分析計: Non Dispersive Infrared Analyzer) が使用されている。

【0003】従来、測定範囲が 2000 ppm 程度また

はそれ以下の比較的低濃度レンジで赤外線吸収を利用した CO_2 計として、図 9 に示すようなシングルセルタイプの光チョッピング方式のものがある。図 9 において、91 は吸収セルで、両端に光源 92 と受光器 93 が配置され、吸収セル 91 と受光器 93 間に光源 92 からの赤外光をチョッピングする機械式の光チョッパ 94 を設け、受光器 93 の前面に、 CO_2 の特性吸収帯域の赤外光のみを通過させる光学フィルタ [例えば、中心透過波長 4.3 μm (波数が 2300 cm^{-1}) のバンドパスフィルタ] 95 と CO_2 による吸収のない帯域の波長の赤外光を通過させる光学フィルタ [例えば、中心透過波長 3.7 μm (波数が 2600 cm^{-1}) のバンドパスフィルタ] 96 とを設け、受光器 93 から出力された検出信号を演算処理することにより CO_2 ガスの濃度値を出力する。なお、97 は、被測定ガスである CO_2 を含むガスを吸収セル 91 内に導入するための吸引ポンプである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記構成の比較的低濃度レンジの CO_2 計を、室内の空調制御用ガスセンサやガス管理区域内に設置されるガス警報機あるいはガス濃度測定器として使用するためには、光学系ベンチの構造を小型化、かつ簡素化することが望まれるけれども、感度を上げるのに必要な吸収長 (光路長) を確保した上での小型化には限界がある。すなわち、光源 92 と受光器 93 の開き角を大きくとれないため、感度を上げるには、吸収長をできるだけ長くするしかなく、前記吸収セル 91 としては例えば、数 cm ~ 十数 cm のようなセル長 L の長いものが要求され、 CO_2 計全体の構成が大型化する。

【0005】更に、光チョッパ 94 や吸引ポンプ 97 等の可動部を有するため、構造が複雑化し、その上、故障の原因ともなるため、定期的な保守・点検にも手間がかかる。また、光チョッパ 94 や吸引ポンプ 97 の作動音も静かな室内では気になるものであった。

【0006】この発明は、上述の事柄に留意してなされたもので、その目的は、小型化および簡素化を図ることができるガスセンサを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明のガスセンサは、凹面反射鏡に対向させて光源を設け、この光源から出射された赤外光の反射光束が集束する位置またはその近傍に感度波長の異なる 2 つの受光部が内蔵された単一の受光器を設け、前記光源および受光器と前記凹面反射鏡との間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させるよう構成したガスセンサにおいて、前記凹面反射鏡が、前記反射光束を前記一方の受光部と前記他方の受光部に個別に集束させるよう構成されている。

【0008】

10

20

30

40

50

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態を、図面に基づいて説明する。図 1 ～図 3 はこの発明のガスセンサの全体構造を示し、図 4 および図 5 は、それぞれ、受光器を収容しているフィルタホルダおよび受光器を示す。この実施形態では、ガスセンサとして測定範囲が 2 0 0 0 p p m 程度またはそれ以下の比較的低濃度レンジの CO_2 ガスセンサを採用している。

【0 0 0 9】図 1 ～図 5 において、1 は、金属製の上部ケース 1 a、金属製の下部ケース 1 b からなる 1 つの金属ケースである。

【0 0 1 0】2 は、上部ケース 1 a の 4 つの側面に設けられた正面視矩形の縦長の開口部で、この開口部 2 は各側面において横方向に複数個並置されており、被測定ガス (CO_2) を含むガスはこれら開口部 3 より、自然拡散によりケース 1 内に流入する。

【0 0 1 1】この金属ケース 1 内には、回路基板 4 と回路基板 4 に保持された楕円反射鏡（凹面反射鏡の一例）5 が収容されている。更に、前記回路基板 4 上には楕円反射鏡 5 に対向させる形で光源 6 と受光器 7 が適宜間隔を置いて配置されている。8 はフィルタホルダで、前記受光器 7 を覆う状態で回路基板 4 上に配置されている。前記受光器 7 は、このフィルタホルダ 8 によって、光源 6 からの熱の影響を受け難くなっている。

【0 0 1 2】前記フィルタホルダ 8 は上方開口 3 2 を有し、この開口 3 2 を閉塞するように赤外遮光用の蓋 3 3 が取り付けられている。この蓋 3 3 には、2 つの穴 m、n が穿設され、穴 m には、 CO_2 による吸収のない帯域の波長の赤外光を通過させる光学フィルタ〔例えば、中心透過波長 3. 7 μm （波数が 2 6 0 0 cm^{-1} ）のバンドパスフィルタ〕3 0 が設けられ、穴 n には、 CO_2 の特性吸収帯域の赤外光のみを通過させる光学フィルタ

〔例えば、中心透過波長 4. 3 μm （波数が 2 3 0 0 cm^{-1} ）のバンドパスフィルタ〕3 1 が設けられている。

【0 0 1 3】前記光源 6 は例えばタングステンランプである。そして、電氣的に光源 6 をオン・オフする直接変調方式を採用している。その点滅周期を、例えば 2. 8 秒に設定してある。図 6 にはその光源印加電圧と光源発光出力が示されている。

【0 0 1 4】一方、前記受光器 7 には、感度波長の異なる 2 つの受光部が内蔵されている。すなわち、一方の受光部が温度補償用電極 9 と CO_2 用（測定用）受光電極 1 0 を有するデュアル素子（焦電検出器やサーモパイル）A で構成され、他方の受光部が温度補償用電極 1 1 と比較用受光電極 1 2 を有するデュアル素子（焦電検出器やサーモパイル）B で構成されている。しかも、温度補償用電極 9、1 1 に赤外光が入射しないように遮光してある。

【0 0 1 5】前記楕円反射鏡 5 は、光源 6 から出射された赤外光の反射光束を CO_2 用（測定用）受光電極 1 0 に集束させる楕円形状の反射鏡面 a と、光源 6 から出射

された赤外光の反射光束を比較用受光電極 1 2 に集束させる楕円形状の反射鏡面 b とを有する。つまり、前記出射赤外光が楕円反射鏡 5 の前記反射鏡面 a で一回折り返されて前記受光電極 1 0 に至る折り返し光路 R と、前記出射赤外光が楕円反射鏡 5 の前記反射鏡面 b で一回折り返されて前記受光電極 1 2 に至る折り返し光路 S が別々に形成されている。

【0 0 1 6】楕円反射鏡 5 の材質は、例えば鋳造用金属または射出成形用合成樹脂（ABS など）であり、この実施形態では、楕円反射鏡 5 を射出成形で製作している。そして、反射鏡面 a、b には、赤外域で高い反射率を示す金属（アルミニウム、モリブデン・マンガン、クロムなど）が蒸着、または、メッキされている。なお、楕円反射鏡 5 は、両端から垂下延設された保持部 1 3、1 4 を介して回路基板 4 上に保持されている。この実施形態では、前記保持部 1 3、1 4 は楕円反射鏡 5 と一体成形されている。

【0 0 1 7】前記受光器 7 は、上述したように、二組の電極 9、1 0、1 1、1 2 を有する二つのデュアル素子 A、B、すなわち、デュアルツインタイプに構成されており、前記受光器 7 は二つのデュアル素子 A、B を 1 つのケース 1 5 に内蔵してなる。具体的に説明すると、前記ケース 1 5 は鉄やニッケルあるいはコバルトなど適宜の金属よりなる下部開放型の円筒状ケースで、その上面には開口 1 6 が形成され、この開口 1 6 を閉塞するように赤外線透過性の窓材 1 7 が取り付けられている。この窓材 1 7 はサファイア、BaF₂ 等の材料からなる。1 8 はケース 1 5 の下部開口 1 9 を封鎖するステムである。2 0 は、例えばセラミックよりなる回路基板で、その上面には例えば P Z T（チタン酸ジルコン酸鉛系セラミックス）よりなる焦電部材 2 1 が適宜のスペーサ 2 2 を介して保持されている。そして、焦電部材 2 1 の上下両面に前記 4 つの各電極 9 ～ 1 2 が設けられている。これら各電極 9 ～ 1 2 は図 7 に示す等価回路のように接続されている。

【0 0 1 8】図 7 において、V_{DD} は電源端子で、E はアース端子、V_{S1} および V_{S2} は、それぞれ出力端子である。この出力波形は、図 6 に示されている。そして、前記電極 1 0 と 9、1 2 と 1 1 は、それらの電極（符号 +、- で示す）が直列逆接続されている。

【0 0 1 9】更に、図 4、図 5 に示すように、窓材 1 7 には、温度補償用電極 9、1 1 に赤外光が入射しないように部分的に遮光部材 2 3 が設けられており、 CO_2 用（測定用）受光電極 1 0 と比較用受光電極 1 2 のみが窓材 1 7 に臨み、この窓材 1 7 を経た赤外光がそれぞれ前記各電極 1 0、1 2 に入射し、温度補償用電極 9、1 1 には赤外光が入射しないように構成されている。つまり、温度補償用電極 9、1 1 は遮光状態となるように構成されている。2 4 は光透過部である。なお、この実施形態では、 CO_2 用（測定用）受光電極 1 0 と温度補償

用電極9、比較用受光電極12と温度補償用電極11は、同一形状、同一受光面積を有し、対称（前記電極9、10、前記電極11、12がそれぞれ線対称）にしかも近接した状態で、例えば「田」字状に配置されている。

【0020】そして、前記電極10と9、12と11は、インピーダンス変換用のFET25、焦電流を電圧に変換する時定数調整用の高抵抗26、前記電極10と9、12と11に電圧を供給するための前記電源端子V_{cc}等に電氣的接続されている。また、27は電源供給用
10
や信号取り出し用のリードピンである。この構成により、例えば、周囲温度に変化が生じた場合には、例えばCO₂用（測定用）受光電極10および温度補償用電極9の温度が変化し、これによる焦電流が前記電極10、9においてそれぞれ発生するが、前記電極10、9とが互いに逆極性となるように直列接続されているので、前記電極10で発生した焦電流と前記電極9で発生した焦電流の和が零となり、周囲温度の変化に対しても均衡を保ち、外乱に対しては受光器7として出力することがない。つまり、周囲温度の変化に影響されない構成になっ
20
ている。

【0021】また、受光器7の上面（受光器7の入射側）には、上述した2種類（中心波長3.7 μ mと4.3 μ m）の光学フィルタ30、31が設置されている。つまり、比較用受光電極12の前面にCO₂による吸収のない帯域の波長の赤外光を通過させる光学フィルタ30を設けることで、デュアル素子Bは、CO₂の特性吸収の無い波長3.7 μ mのみに感度を有する。一方、CO₂用（測定用）受光電極10の前面にCO₂の特性吸収帯域の赤外光のみを通過させる光学フィルタ31を設
30
けることで、デュアル素子Aは、CO₂の特性吸収帯である4.3 μ mのみに感度を有する。

【0022】一方、前記回路基板4には電気回路が設けられている。すなわち、図8に示すように、光源6に電流を供給する定電流駆動回路40、受光器7の2つの出力、すなわち、CO₂用（測定用）受光電極10のCO₂出力と比較用受光電極12の比較用出力（図6参照）をそれぞれ増幅し演算する、受光出力の増幅・演算回路、指示校正回路、電圧安定化回路などで構成されるMCV41が設けられている。更に、CO₂ガスの濃度値
40
を電圧または電流の形で伝送するか、または警報信号を出力する外部出力回路42が設けられている。また、これらの出力をコントロールパネルに伝送する場合には、送信回路を具備してもよい。なお、43～45は増幅器、46はマルチプレクサ、47は警報しきい値設定回路である。要するに、光源6と受光器7は、上述の電気回路を含めて1つの回路基板4上に形成されており、さらに回路基板4および楕円反射鏡5は1つの金属ケース1内に収納・固定されている。しかもフィルタホルダ8で受光器7を覆っている。したがって、受光器7はフィ

ルタホルダ8によって光源6からの熱の影響を受け難く、周囲温度の変化に対しても指示値がより安定するとともに、外部のノイズに対しても強いCO₂センサが容易に得られる。

【0023】また、図1、図3において、50は、ゴミや粉塵の流入防止のためのフィルタで、楕円反射鏡5と回路基板4との間の上部ケース1aの側面に形成された開口部2を覆うように配置される。51は、端子台52を備えた回路基板で、上方には、基板スペーサ53を介して前記回路基板4が位置する。

【0024】而して、光源6から出射された赤外光のうち、楕円反射鏡5の反射鏡面aで反射した反射光束はCO₂用（測定用）受光電極10に集束するとともに、楕円反射鏡5の反射鏡面bで反射した反射光束は比較用受光電極12に集束する。

【0025】つまり、前記出射赤外光が反射鏡面aで一回折り返されてCO₂用（測定用）受光電極10に至る折り返し光路Rと、前記出射赤外光が反射鏡面bで一回折り返されて比較用受光電極12に至る折り返し光路Sが別々に形成されるので、集光効率が良く、しかも受光器7での不要な反射を低減でき、所望の検出感度を得るのに必要な赤外光量を確保できる。

【0026】また、赤外吸収に係る光路の開き角を大きくとれるため、従来と同程度の赤外吸収を1/2の光路長（吸収長）で得ることができるとともに、小型化を実現できる。すなわち、光源6から出た赤外光は反射鏡面a、bでそれぞれ1回折り返すことになり、従来に比べてそれぞれ2倍の光路長（吸収長）を得ることができる。また、赤外吸収に係る光路の開き角（光源6の開き角、受光電極10、12の受光角）を大きくとれるため、従来構造よりも発光の伝達効率を高くできる。

【0027】このように、赤外吸収に係る光路を折り返し型にできるため、数cm～十数cmのセル長を有する大型の吸収セルを備えた従来のCO₂計で得ていた赤外吸収と同程度の赤外吸収を、小型でも十分得ることができ、受光器7の2つの出力を演算処理することによりCO₂ガスの濃度値または警報を出力して空調制御が確実に行える。なお、この実施形態で採用した比較的低濃度レンジのCO₂ガスセンサの場合、図6に示したように、CO₂出力と比較用出力が略同等になっている。そして、CO₂濃度が高くなると、比較用出力は減少する。したがって、CO₂濃度の高い、低いにかかわらず、CO₂出力と比較用出力の差または比を演算することによりCO₂濃度に対応した測定値が得られる。

【0028】また、光源6と受光器7を1つの回路基板4上に設置できるため、回路基板4の構成も簡素化できる。さらに、従来の構成に比べて、部品点数を減らすことができ、ケース1内部の構成を簡素化できる。その上、組み立てが容易である。更に、集光光学系であるが位置決めが容易で、保守・点検も容易である。

【0029】更に、前記各素子A、Bごとに効率的に集光できるので、従来に比して光源の消費電力を低減できる。

【0030】なお、この実施形態では、光源4をオン・オフする直接変調方式を採用したものを示したが、光源側または受光器側に機械式の光断続器を設けてもよい。

【0031】また、上記実施形態では、凹面反射鏡として楕円反射鏡を用いたものを示したが、同様の機能を有するものであれば放物面を有する反射鏡やその他の球面形状を有する反射鏡を用いてもよい。

【0032】そして、上記実施形態ではCO₂ガスセンサを採用したが、他の赤外線吸収を有する被測定ガス（例えば、HC、CO、SO₂等）を測定するガスセンサにもこの発明は適用できる。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、この発明では、光源から出射された赤外光は凹面反射鏡で反射され、その反射光束は感度波長の異なる2つの素子に別々に集束する。つまり、前記出射赤外光が凹面反射鏡で一回折り返されて前記一方の素子に至る折り返し光路と、前記出射赤外光が凹面反射鏡で一回折り返されて前記他方の素子に至る折り返し光路が別々に形成されるので、集光効率が良く、しかも受光器での不要な反射を低減でき、所望の検出感度を得るのに必要な赤外光量を確保できる。

【0034】また、赤外吸収に係る光路の開き角を大きくとれるため、各折り返し光路においては、従来と同程度の赤外吸収を1/2の光路長（吸収長）で得ることができるとともに、小型化を実現できる。

【0035】更に、前記各素子ごとに効率的に集光できるので、従来に比して光源の消費電力を低減できる。

【0036】また、光源と受光器を1つの回路基板上に設置できるため、回路基板の構成も簡素化できる。さらに、従来の構成に比べて、部品点数を減らすことができ、ケース内部の構成を簡素化できる。しかも光源と受光器を含む回路基板全体を熱的に安定化させることができるので、周囲温度の変化に対しても指示値の変化は少なく、また、外部のノイズに対しても強く、測定精度、信頼性共に優れたガスセンサを、小型、軽量かつ構成部品も少なくして得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態を示す全体分解斜視図である。

【図2】上記実施形態を示す全体外観斜視図である。

【図3】上記実施形態を示す全体構成説明図である。

【図4】上記実施形態を示す要部構成説明図である。

【図5】上記実施形態で用いた受光器を示す図である。

【図6】上記実施形態における波形特性図である。

【図7】上記実施形態で用いた受光器の等価回路図である。

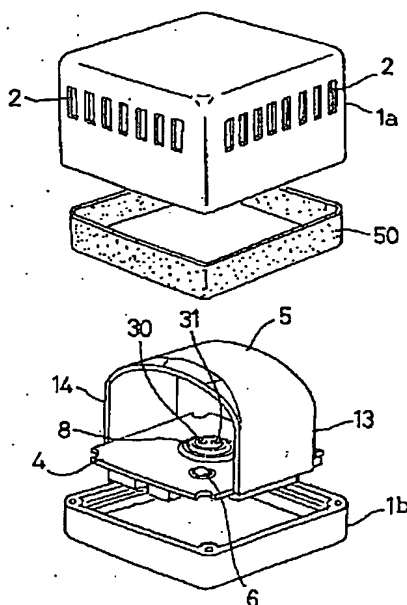
【図8】上記実施形態における動作説明図である。

【図9】従来例を示す全体構成説明図である。

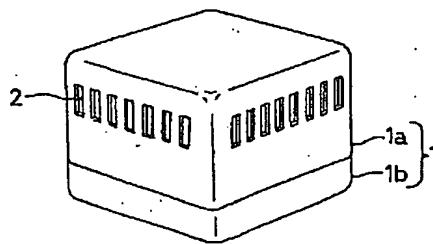
【符号の説明】

4…回路基板、5…楕円反射鏡（凹面反射鏡）、6…光源、7…受光器、10…CO₂用（測定用）受光電極、12…比較用受光電極、a、b…楕円反射鏡の反射鏡面。

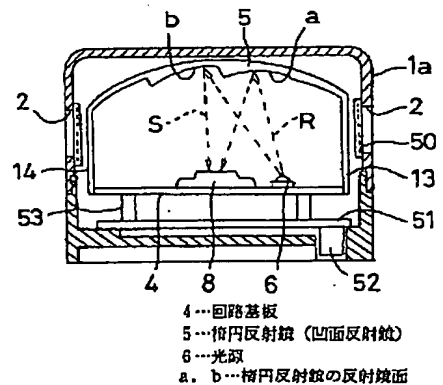
【図1】



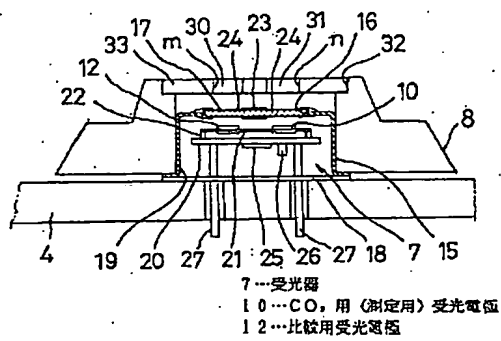
【図2】



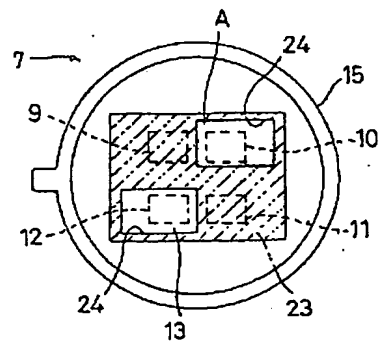
【図3】



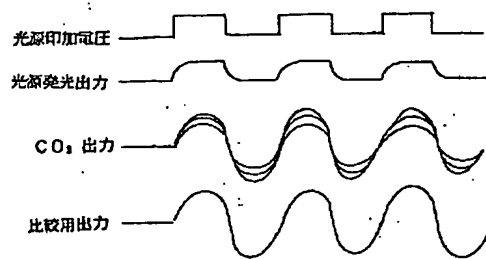
【図 4】



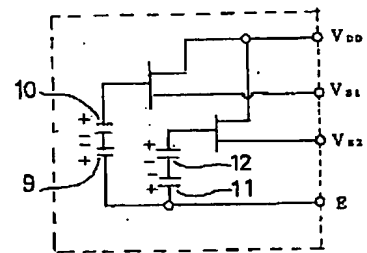
【図 5】



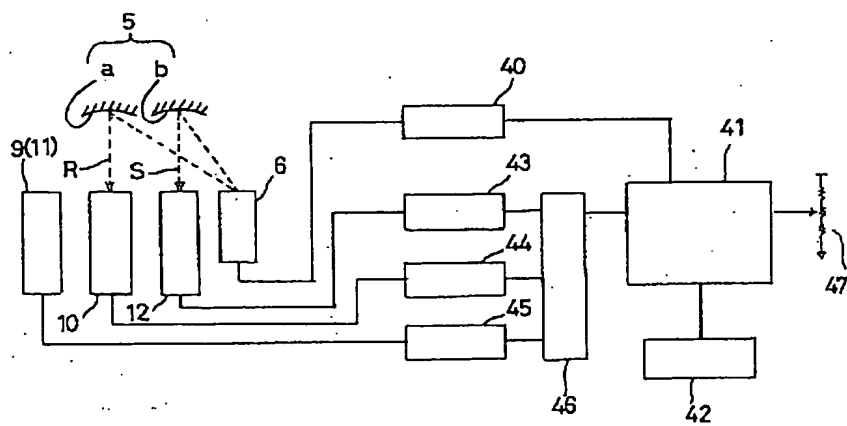
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

